



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109244600 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201810984556.7

(22)申请日 2018.08.23

(71)申请人 江门市地尔汉字电器股份有限公司  
地址 529040 广东省江门市江海区高新技术开发区清澜路336号

(72)发明人 孙永贤

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务有限公司 44205

代理人 梁嘉琦

(51) Int. Cl.

H01M 10/625(2014.01)

H01M 10/63(2014.01)

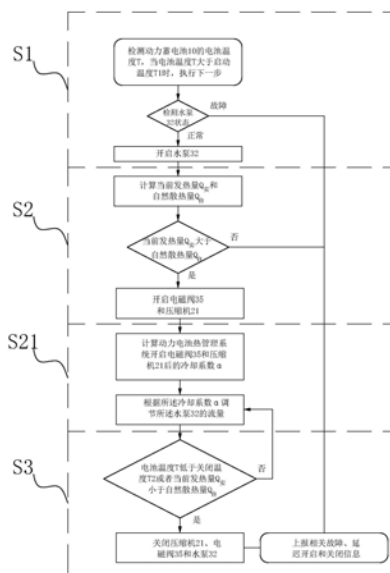
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种动力电池热管理系统的控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种动力电池热管理系统的控制方法,通过在动力电池热管理系统的开启和关闭条件中,增加热耗趋势的评估和计算,由原来的仅根据电池温度T进行被动控制的方式,变为主动提前评估动力电池使用工况的方式,能够更加有效和节能地进行电池热管理,确保热管理系统的运行不会过于滞后电池温度T的变化,确保电池高效率、长寿命运行。



1. 一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,包括:  
检测动力蓄电池的电池温度 $T$ ;  
计算当前温度下的动力蓄电池的热耗趋势;  
根据动力蓄电池的电池温度 $T$ 和热耗趋势对动力电池热管理系统的运行进行控制。
2. 根据权利要求1所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,所述根据动力蓄电池的电池温度 $T$ 和热耗趋势对动力电池热管理系统的运行进行控制包括:  
当电池温度 $T$ 大于启动温度 $T_1$ 时,开启水泵;  
当热耗趋势呈上升状态时,开启电磁阀和压缩机;  
当电池温度 $T$ 低于关闭温度 $T_2$ 或者当热耗趋势呈下降状态时,关闭压缩机、电磁阀和水泵。
3. 根据权利要求2所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,  
所述计算当前温度下的动力蓄电池的热耗趋势,包括计算当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ ;  
所述当前发热量 $Q_{实}$ 大于自然散热量 $Q_{自}$ 时,热耗趋势呈上升状态;  
所述当前发热量 $Q_{实}$ 小于自然散热量 $Q_{自}$ 时,热耗趋势成下降状态。
4. 根据权利要求3所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,通过以下公式计算当前发热量 $Q_{实}$ :  
$$Q_{实}=K[(I_1+I_2+\dots+I_N)/N]^2(R_1+R_2+\dots+R_N)$$
  
其中, $K$ 为加权系数; $I_1, I_2, \dots, I_N$ 为 $N$ 个时间点提取的电池电流; $R_1, R_2, \dots, R_N$ 为与 $I_1, I_2, \dots, I_N$ 同时段提取的电池内阻数据。
5. 根据权利要求4所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,通过以下公式计算自然散热量 $Q_{自}$ :  
$$Q_{自}=\lambda\Delta t_1;$$
  
$$\lambda=2.51C(T_0/L)^{0.25};$$
  
$$\Delta t_1=T-T_0;$$
  
其中, $\lambda$ 为对流换热系数,单位为 $W/m^2\cdot^\circ C$ ;  $T$ 为电池温度,单位为 $^\circ C$ ;  $T_0$ 为空气温度,单位为 $^\circ C$ ;  $\Delta t_1$ 为电池温度 $T$ 和空气温度 $T_0$ 的差值,单位为 $^\circ C$ ;  $C$ 为系数;  $L$ 为对流热传导的导体长度,单位为 $m$ 。
6. 根据权利要求3所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,所述电磁阀和压缩机开启后,还包括:  
计算动力电池热管理系统开启电磁阀和压缩机后的冷却系数 $\alpha$ ,根据所述冷却系数 $\alpha$ 调节所述水泵的流量。
7. 根据权利要求6所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,通过以下公式计算冷却系数 $\alpha$ :  
$$Q_{热}=C_p*M*\Delta t_2;$$
  
$$\alpha=Q_{热}/Q_{实};$$
  
其中, $C_p$ 为冷却液比热容,单位为 $J/(kg\cdot^\circ C)$ ;  $M$ 为冷却液质量,单位为 $Kg$ ;  $\Delta t_2$ 为冷却液进出口温度差,单位为 $^\circ C$ 。
8. 根据权利要求2所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,所述水泵

开启前,还包括检测水泵状态,水泵状态正常时开启水泵;水泵故障时上报相关故障信息。

9.根据权利要求3所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,所述电磁阀和压缩机开启前,当前发热量 $Q_{实}$ 小于或者等于自然散热量 $Q_{自}$ 时,暂不开启电磁阀和压缩机,并上报延迟开启的相关信息。

10.根据权利要求2所述的一种动力电池热管理系统的控制方法,其特征在于,所述压缩机、电磁阀和水泵关闭后上报相关关闭信息。

## 一种动力电池热管理系统的控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及动力电池热管理技术领域,特别是一种动力电池热管理系统的控制方法。

### 背景技术

[0002] 动力电池作为电动汽车的动力源,具备了较大的容量和输出功率。动力电池在大倍率和极端环境下运行时,将会产生大量的热量。如果热量不能及时散出,电池的温度将会迅速上升,过高的温度将会导致电池的循环寿命下降、电化学性能严重衰退,甚至会出现“热失控”等安全性问题。因此,采用合理的热管理系统和控制方法对提高动力电池的循环寿命和安全性是必不可少的。

[0003] 目前,大多数热管理系统采用的控制方法都是被动控制方式,当动力电池温度 $T$ 大于启动温度 $T_1$ 时开启热管理系统,当动力电池温度 $T$ 低于关闭温度 $T_2$ 时关闭热管理系统,没有对动力电池的热耗趋势进行评估,热管理系统的运行滞后于动力电池的温度变化,导致能源浪费,甚至动力电池温度 $T$ 不能持续稳定在合适的温度范围内,影响电池运行效率和寿命。

### 发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明的目的在于提供一种动力电池热管理系统的控制方法,充分结合动力电池的运行工况,变被动控制为主动控制,确保电池高效率、长寿命运行。

[0005] 本发明解决其问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种动力电池热管理系统的控制方法,包括:

[0007] 检测动力蓄电池的电池温度 $T$ ;

[0008] 计算当前温度下的动力蓄电池的热耗趋势;

[0009] 根据动力蓄电池的电池温度 $T$ 和热耗趋势对动力电池热管理系统的运行进行控制。

[0010] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,所述根据动力蓄电池的电池温度 $T$ 和热耗趋势对动力电池热管理系统的运行进行控制,包括:

[0011] 当电池温度 $T$ 大于启动温度 $T_1$ 时,开启水泵;

[0012] 当热耗趋势呈上升状态时,开启电磁阀和压缩机;

[0013] 当电池温度 $T$ 低于关闭温度 $T_2$ 或者当热耗趋势呈下降状态时,关闭压缩机、电磁阀和水泵。

[0014] 进一步,所述计算当前温度下的动力蓄电池的热耗趋势,包括计算当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ ;

[0015] 所述当前发热量 $Q_{实}$ 大于自然散热量 $Q_{自}$ 时,热耗趋势呈上升状态;

[0016] 所述当前发热量 $Q_{实}$ 小于自然散热量 $Q_{自}$ 时,热耗趋势成下降状态。

[0017] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,通过以下公式计算当前发热量 $Q_{实}$ :

[0018]  $Q_{\text{实}}=K[(I_1+I_2+\dots+I_N)/N]^2(R_1+R_2+\dots+R_N)$

[0019] 其中,K为加权系数; $I_1, I_2, \dots, I_N$ 为N个时间点提取的电池电流; $R_1, R_2, \dots, R_N$ 为与 $I_1, I_2, \dots, I_N$ 同时段提取的电池内阻数据。

[0020] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,通过以下公式计算自然散热量 $Q_{\text{自}}$ :

[0021]  $Q_{\text{自}}=\lambda\Delta t_1$ ;

[0022]  $\lambda=2.51C(T_0/L)^{0.25}$ ;

[0023]  $\Delta t_1=T-T_0$ ;

[0024] 其中, $\lambda$ 为对流换热系数,单位为 $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ;T为电池温度,单位为 $^\circ C$ ;T<sub>0</sub>为空气温度,单位为 $^\circ C$ ; $\Delta t_1$ 为电池温度T和空气温度T<sub>0</sub>的差值,单位为 $^\circ C$ ;C为系数;L为对流热传导的导体长度,单位为m。

[0025] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,电磁阀和压缩机开启后,还包括:

[0026] 计算动力电池热管理系统开启电磁阀和压缩机后的冷却系数 $\alpha$ ,根据所述冷却系数 $\alpha$ 调节所述水泵的流量。

[0027] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,通过以下公式计

[0028] 算冷却系数 $\alpha$ :

[0029]  $Q_{\text{热}}=C_p*M*\Delta t_2$ ;

[0030]  $\alpha=Q_{\text{热}}/Q_{\text{实}}$ ;

[0031] 其中, $C_p$ 为冷却液比热容,单位为 $J/(kg \cdot ^\circ C)$ ;M为冷却液质量,单位为Kg; $\Delta t_2$ 为冷却液进出口温度差,单位为 $^\circ C$ 。

[0032] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,所述水泵开启前,还包括检测水泵状态,水泵状态正常时开启水泵;水泵故障时上报相关故障信息。

[0033] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,所述电磁阀和压缩机开启前,当前发热量 $Q_{\text{实}}$ 小于或者等于自然散热量 $Q_{\text{自}}$ 时,暂不开启电磁阀和压缩机,并上报延迟开启的相关信息。

[0034] 进一步,所述动力电池热管理系统的控制方法,所述压缩机、电磁阀和水泵关闭后上报相关关闭信息。

[0035] 本发明的有益效果是:本发明采用的一种动力电池热管理系统的控制方法,通过在动力电池热管理系统的开启和关闭条件中,增加热耗趋势的评估和计算,由原来的仅根据电池温度T进行被动控制的方式,变为主动提前评估动力电池使用工况的方式,能够更加有效和节能地进行电池热管理,确保热管理系统的运行不会过于滞后电池温度T的变化,确保电池高效率、长寿命运行。

## 附图说明

[0036] 下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

[0037] 图1是本发明一种动力电池热管理系统的示意图;

[0038] 图2是本发明一种动力电池热管理系统的控制方法的流程图。

## 具体实施方式

[0039] 参照图1,一种动力电池热管理系统,包括换热器33、水泵32、膨胀水箱31、动力蓄

电池10、加热器34、电磁阀35、压缩机21、冷凝器22和蒸发器23,所述换热器33包括第一通道和第二通道,所述压缩机21、冷凝器22、蒸发器23、电磁阀35和第一通道通过冷媒管道201连接形成冷媒循环回路,所述膨胀水箱31、水泵32、第二通道、加热器34和动力蓄电池10通过冷却液管道301连接形成冷却液循环回路。

[0040] 参照图2,本发明的一种动力电池热管理系统的控制方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤S1:检测动力蓄电池10的电池温度T,当电池温度T大于启动温度T1时,检测水泵32状态,水泵32状态正常时开启水泵32;

[0042] 步骤S2:计算当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ 并进行比较,当前发热量 $Q_{实}$ 大于自然散热量 $Q_{自}$ 时,开启电磁阀35和压缩机21;

[0043] 步骤S3:电池温度T低于关闭温度T2或者当前发热量 $Q_{实}$ 小于自然散热量 $Q_{自}$ 时,关闭压缩机21、电磁阀35和水泵32。

[0044] 本方法通过在动力电池热管理系统的开启和关闭条件中,增加当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ 的计算并进行比较,由原来的仅根据电池温度T进行被动控制的方式,变为主动提前评估动力电池使用工况的方式,能够更加有效和节能地进行电池热管理,确保热管理系统的运行不会过于滞后电池温度T的变化,确保电池高效率、长寿命运行。

[0045] 具体地,所述步骤S2中,计算当前发热量 $Q_{实}$ 的方法如下:

[0046] 动力蓄电池10在充放电过程中产生三种热:焦耳热、极化热和反应热,三种产热以焦耳热为主要,其中动力蓄电池的电池电流和电池内阻在动力电池热管理系统中进行实时检测,反馈时间按照动力电池热管理系统要求,对于动力蓄电池10的当前发热量 $Q_{实}$ 按一段或者多段反馈时间平均电池电流和平均电池内阻进行计算:

$$[0047] \quad Q_{实} = K [(I_1 + I_2 + \dots + I_N) / N]^2 (R_1 + R_2 + \dots + R_N)$$

[0048] 其中,K为加权系数,根据实际情况对使用电池中极化热和反应热的评估进行补偿,该数据为查表参数及在不同温度、充放电倍率、不同SOC状态下的极化热和反应热同焦耳热的比值; $I_1, I_2, \dots, I_N$ 为N个时间点提取的电池电流; $R_1, R_2, \dots, R_N$ 为与 $I_1, I_2, \dots, I_N$ 同时段提取的电池内阻数据。

[0049] 具体地,所述步骤S3中,计算自然散热量 $Q_{自}$ 的方法为:

$$[0050] \quad Q_{自} = \lambda \Delta t_1;$$

$$[0051] \quad \lambda = 2.51C (T_0/L)^{0.25};$$

$$[0052] \quad \Delta t_1 = T - T_0;$$

[0053] 其中, $\lambda$ 为对流换热系数,单位为 $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ;T为电池温度,单位为 $^\circ C$ ;T<sub>0</sub>为空气温度,单位为 $^\circ C$ ;Δt<sub>1</sub>为电池温度T和空气温度T<sub>0</sub>的差值,单位为 $^\circ C$ ;C为系数;L为对流热传导的导体长度,单位为m;C和L的选择可以参考以下参数示例:

[0054]

形状与设置条件	C 取值	L 取值
垂直放置的平板	0.56	高度
水平放置的平板 (热面朝上)	0.52	(纵*横*2) / (纵+横)
水平放置的平板 (热面朝下)	0.26	(纵*横*2) / (纵+横)
垂直放置的圆柱	0.55	高度
水平放置的圆柱	0.52	直径
球体	0.63	半径

[0055]

印刷布线板上的部件	0.96	(纵*横*2) / (纵+横)
放在空气流动不受阻碍的位置的小型元件	1.39	(纵*横*2) / (纵+横)

[0056] 本发明的一种动力电池热管理系统的控制方法的另一实施例,包括以下步骤:

[0057] 步骤S1:检测动力蓄电池10的电池温度T,当电池温度T大于启动温度T1时,检测水泵32状态,水泵32状态正常时开启水泵32;

[0058] 步骤S2:计算当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ 并进行比较,当前发热量 $Q_{实}$ 大于自然散热量 $Q_{自}$ 时,开启电磁阀35和压缩机21;

[0059] 步骤S21:计算动力电池热管理系统开启电磁阀35和压缩机21后的冷却系数 $\alpha$ ,根据所述冷却系数 $\alpha$ 调节所述水泵32的流量;

[0060] 步骤S3:电池温度T低于关闭温度T2或者当前发热量 $Q_{实}$ 小于自然散热量 $Q_{自}$ 时,关闭压缩机21、电磁阀35和水泵32。

[0061] 具体地,所述步骤S21中计算冷却系数 $\alpha$ 的方法为:

[0062] 先计算动力电池热管理系统的冷却能力: $Q_{热}=C_p*M*\Delta t_2$ ;其中, $C_p$ 为冷却液比热容,单位为J/(kg $^{\circ}$ C);M为冷却液质量,单位为Kg; $\Delta t_2$ 为冷却液进出口温度差,单位为 $^{\circ}$ C;

[0063] 再计算动力电池热管理系统的冷却系数 $\alpha=Q_{热}/Q_{实}$ ,用来表示目前的降温能力。

[0064] 当目前的降温能力过强时,会导致动力蓄电池10的温度快速下降到关闭温度T2以下,然后关闭动力电池热管理系统,动力蓄电池10的温度上升后又需要重新开启动力电池热管理系统,导致动力电池热管理系统不断开启和关闭,影响运行寿命,动力蓄电池10的温度也不够稳定,此时需要根据冷却系数 $\alpha$ 来降低水泵32的流量,避免动力电池热管理系统不断启停,保证动力蓄电池10的温度持续稳定在一定范围内;当目前的降温能力能够在规定时间内将动力蓄电池10的温度降下来时,则不需要增大或者降低水泵32的流量;反之,当目前的降温能力不能够在规定时间内将动力蓄电池10的温度降下来时,则增大水泵32的流量。

[0065] 本发明的一种动力电池热管理系统的控制方法的又一实施例,包括以下步骤:

[0066] 步骤S1:检测动力蓄电池10的电池温度T,当电池温度T大于启动温度T1时,检测水泵32状态,水泵32状态正常时开启水泵32;水泵32故障时上报相关故障信息;

[0067] 步骤S2:计算当前发热量 $Q_{实}$ 和自然散热量 $Q_{自}$ 并进行比较,当前发热量 $Q_{实}$ 大于自然

散热量 $Q_{自}$ 时,开启电磁阀35和压缩机21;当前发热量 $Q_{实}$ 小于或者等于自然散热量 $Q_{自}$ 时,暂不开启电磁阀35和压缩机21,并上报延迟开启的相关信息。

[0068] 步骤S21:计算动力电池热管理系统开启电磁阀35和压缩机21后的冷却系数 $\alpha$ ,根据所述冷却系数 $\alpha$ 调节所述水泵32的流量;

[0069] 步骤S3:电池温度 $T$ 低于关闭温度 $T2$ 或者当前发热量 $Q_{实}$ 小于自然散热量 $Q_{自}$ 时,关闭压缩机21、电磁阀35和水泵32,上报相关关闭信息。

[0070] 以上所述,只是本发明的较佳实施例而已,本发明并不局限于上述实施方式,只要其以相同的手段达到本发明的技术效果,都应属于本发明的保护范围。

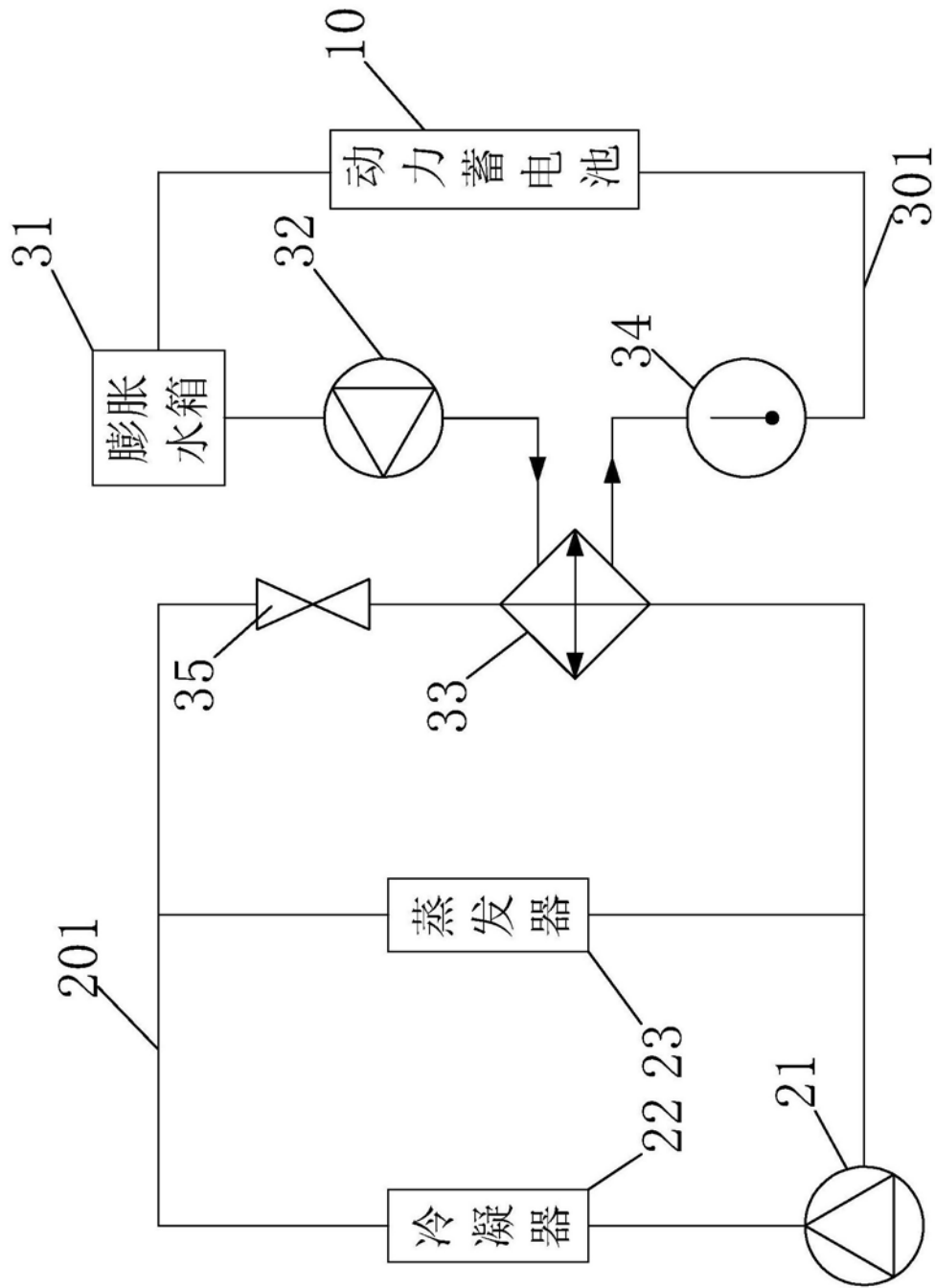


图1

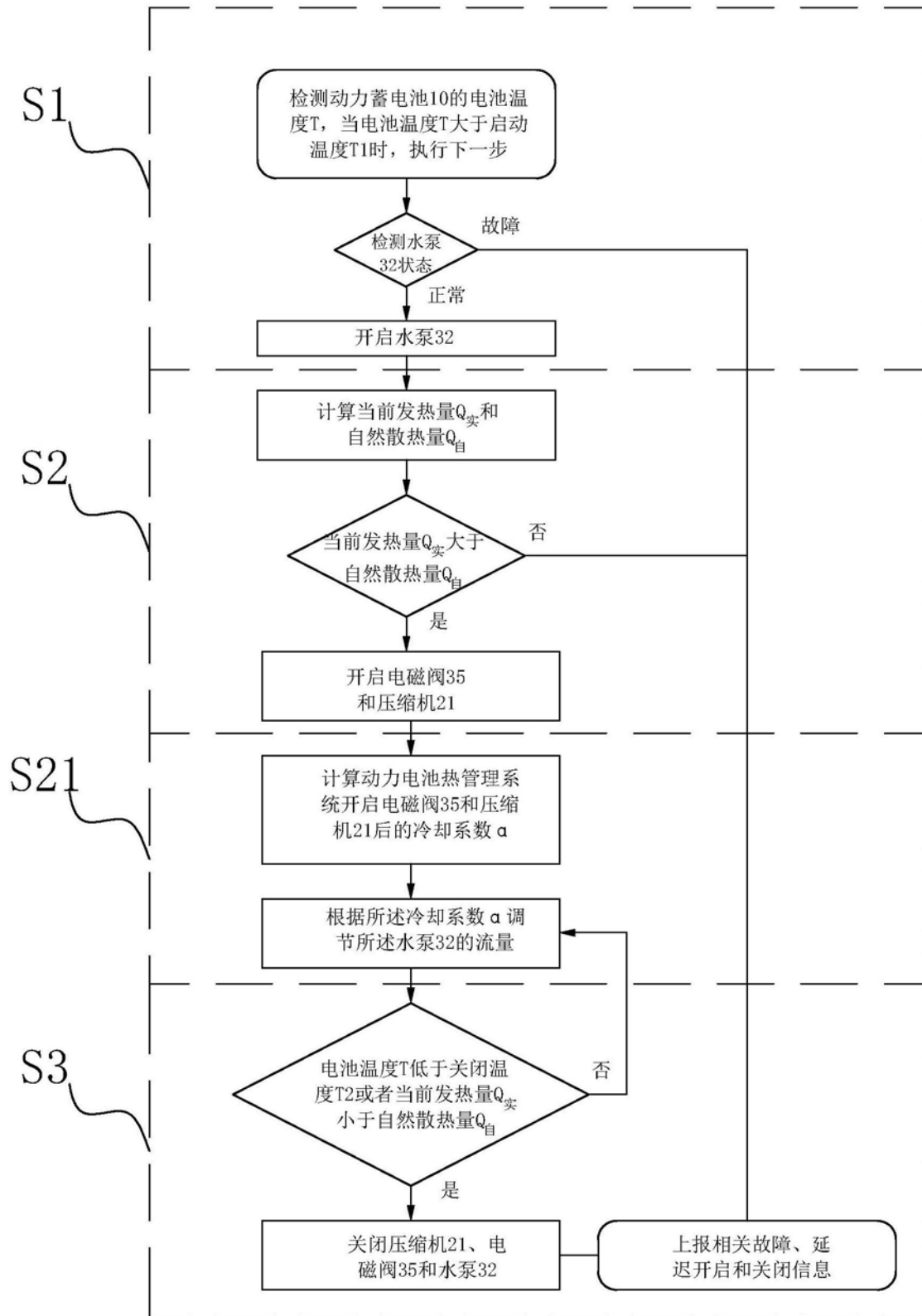


图2